

キーワード

イオンビーム, 電子ビーム, プラズマ, 光, 材料プロセス, 分析技術

Ion beam, Electron beam, Plasma, Photon, Material processing, Analytical technology

研究内容

本研究室では、イオン、電子、プラズマおよび光を用いた機能性材料の開発および材料プロセス技術の開発を行っている。またそれらを応用した新しい分析技術の開発を行っている。以下に具体的な研究内容を紹介する。

〔1〕カスケード増強型軟 X 線励起イオン源を用いたイオンモビリティスペクトロスコープ(IMS)の開発 [1-3] (JST 先端計測分析技術・機器開発プログラムに採択, エックスレイプレシジョン社との共同開発)

IMS とは、小型、高感度で、特に大気中で有機物質の同定を行える計測手段である。空港やビルにおける薬品(毒劇物)や爆発物の検出器として応用され、最近では、カビや微生物など、それぞれの種類から放出される特有の揮発性物質を測定することで、多種類のカビを検出できるセンサとしても着目されている。これらのことから、対テロ対策から文化財保全やハウスシック対策など幅広い応用が期待されている。

本開発の目的は、IMS の検出限界を向上するため、従来用いられている放射性同位体を使用せず、小型で安定な高出力のイオン源を開発することにある。ここでは、軟 X 線励起によるイオン化と発生した光電子のカスケード現象にとるイオン化を併せ持つイオン源を備えた IMS の開発し、従来型 IMS より高感度なカビ臭の検出を可能にした。(図 1)

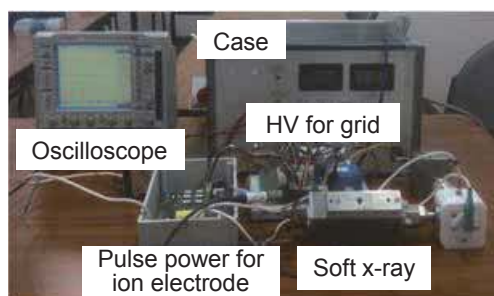


図 1 開発した X 線励起カスケード型イオン化チャンバを用いた IMS の外観写真

〔2〕磁場およびパルスプラズマ援用化学気相成長法(MPCVD)法を用いた透過型電子顕微鏡による *in-situ* 触媒反応観察用隔膜の開発 [4-5] (科研費 基盤研究(C)に採択, 名古屋大学との共同開発)

金ナノ触媒の反応機構や生体試料などの雰囲気ガス下のその場観察に、環境セル型透過型電子顕微鏡(E-TEM)が用いられている。この環境セルには、電子線が試料室を透過でき、かつ試料室から電子顕微鏡内に雰囲気ガスが漏れないように密閉できる隔膜が必要である。従来、隔膜にはアモルファスカarbon膜が使用されていたが、反応ガスである O_2 や電子線により数秒程で破損してしまうため、長時間の観察には至ってはいない。本研究では、カーボン膜に代わる化学的に不活性で機械的強度の高い軽元素で構成されるアモルファス窒化物隔膜を、独自で開発した MPCVD 法により作製した。200 kV の電子線において透明かつ安定な膜が形成され、従来の隔膜に比べ耐久性の高い長寿命な隔膜が作製でき、長時間の観測が可能となった。(図 2)

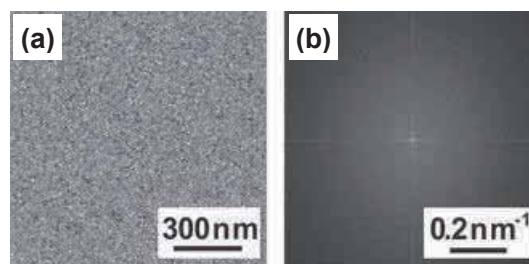


図 2 作製した隔膜の電子線透過像とそのパワースペクトル。

最近の業績

- [1] Nurul Hana *et al.* "Development of compact ion gun under atmospheric pressure X-rays" Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 272 (2012) 342-345.
 - [2] T. Matsutani *et al.* "Development of Cascade amplification Assisted Ionization Chamber for High Sensitive Ion Mobility Spectrometer" Proceedings of the 8th International Symposium on Atomic Level Characterization for New Materials and Devices (2011) 186-188.
 - [3] 「大気中の臭気 数分で検出」日経産業新聞 2012 年 4 月 18 日
 - [4] 松谷 貴臣 他, 「パルスプラズマ援用化学気相成長法による環境セル型透過電子顕微鏡用 a-SiCN 隔膜の開発」プラズマ応用科学 Vol.19 No.2 (2011) 159-164.
 - [5] T. Matsutani *et al.* "Amorphous SiCN diaphragm for transmission electron microscope with environmental-cell fabricated by plasma-enhanced chemical vapor deposition" Vacuum 88 (2013) 83-87.
- JST 先端計測分析技術・機器開発 (要素技術) プログラム (平成 21-23 年度 27 百万円) .
 - イオン源 (特許出願済) .
 - 科学研究費 基盤研究 (C) (平成 23-25 年度 4.3 百万円) .
 - 科学研究費 基盤研究 (B) 分担 (平成 24-26 年度 19.9 百万円) .